

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	87/88 (1926)
<b>Heft:</b>	16
<b>Artikel:</b>	Zum neuen Untergestell für Strassenbahnwagen der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur
<b>Autor:</b>	Buchli, J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-40976">https://doi.org/10.5169/seals-40976</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

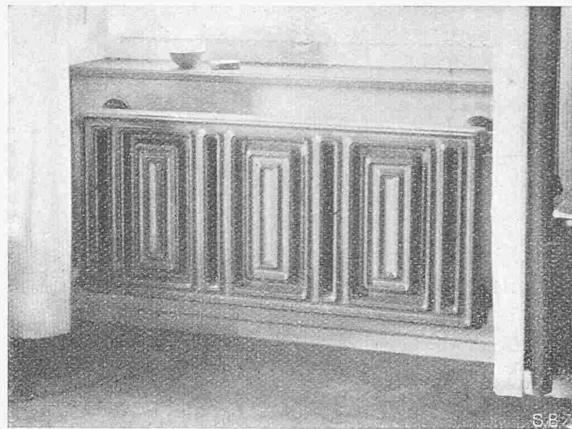


Abb. 3. „Columbus“-Radiator in einer Fensternische.

sätzlich und in der Regel auch praktisch die beste Lösung darbieten, die die Architektur des Raumes möglichst unberührt lässt und daneben die Heizung zur Geltung bringt. Der Eindruck einer unbefangenen und würdigen Sachlichkeit kann auch durch farbige Behandlung erhöht werden, die indessen weder aufdringlich noch vertuschend sein sollte.

Die zweckmässigste Aufstellung der Radiatoren ergibt sich gewöhnlich in den Fensternischen, wo mit Modellen von verschiedener Bauteufe auch ein gutes Einpassen sehr wohl möglich wäre. Die natürliche Brüstung ist heiztechnisch gut geeignet und bedarf in der Regel gar keines weiteren Zutuns. Unter hohen Fenstern sollten die Gesimse eher weggelassen als verbreitert werden. Und umso mehr als die äussere Radiatorenstellung die gleichmässigste und rasche und alles in allem vorteilhafteste Erwärmung der Räume ergibt, so liegt es nahe, Radiatoren für dieses besondere Anwendungsgebiet besonders durchzubilden.

Für diesen Zweck sind Modelle von geringer Bauteufe schon durch die Raumverhältnisse bedingt. Sie sind auch günstig für Strahlung und diese Eigenschaft kann sehr wohl durch besondere Ausbildung der dem Raume zugekehrten Stirnflächen erhöht und zum Ausdruck gebracht werden, wofür die üblichen Zeilenformen mit eingestossenen Kanten oder auch Elemente in Plattenform geeignet sind. Diese Elemente müssen jedoch schon wegen des Raumbedarfs und aus andern technischen Gründen gewellt sein. Diese sinngemäss Ausbildung der Front erleichtert übrigens auch die erwünschte Herstellung der Radiatoren als fertig umgrenzte Einheit. Die Rückseite, deren Strahlung nicht zur Geltung kommt, kann ebenso wohl für Luftherwärmung ausgebildet werden, wobei es wesentlich ist, für gute Zirkulation zu sorgen, damit die Wärme dem Raume zugeführt wird, anstatt die Mauer zu erhitzen. Diese differenzierte Rückseite kann ferner benutzt werden für geeignete Befestigung, die den nötigen Abstand von der Mauer ergibt, und für unsichtbare Anschlüsse, wodurch auch das Problem der baulichen Berührungspunkte der Lösung näher gebracht wäre. Als klar umrissene und saubere Erscheinung dürfte dann der Radiator auch ästhetisch eher befriedigen und könnte sich neben andern Einrichtungen sehen lassen. Die hier dargestellten Heizkörper (Abbildungen 1 bis 3) sind als praktische Versuche in dieser Richtung aufzufassen.

Kurz wiederholt: Eine rationelle Wärmewirtschaft ist nicht durchführbar mit Kleinbetrieb. Die bessere Verwertung von billigeren Brennstoffen, sowie die tunlichste Verminderung der unproduktiven Arbeit, gebieten die weitergehende Zentralisation, die für die heutige Baupraxis entschieden angezeigt ist und schon aus Gründen der Reinlichkeit in Atmosphäre und Haus im allgemeinen Interesse liegt. Der Weg zu diesem Ziel wird geebnet sein, wenn einmal der Zentralheizungskörper zu einer erfreulichen und beliebten Sache gediehen ist, nach der man allgemein verlangt.

## Zum neuen Untergestell für Strassenbahnwagen der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur.

In Nr. 24 letzten Bandes der „S. B. Z.“ gibt Ing. Buchli die Beschreibung eines Untergestelles für Strassenbahntriebwagen, das in seinen neuartigen Ideen vieles verwirft, was bisher auf diesem Gebiete für gut und richtig gehalten wurde. Die eingehende Begründung für alle vorgenommenen Veränderungen, die der Beschreibung vorangestellt ist, führt uns deren Notwendigkeit in anschaulicher Weise vor Augen, enthält aber auch einige Angaben, die geeignet sind, eine falsche Vorstellung unserer heutigen Verhältnisse hervorzurufen.

Kurvenradien von 10 und 12 m kommen wohl vor, können aber keinesfalls als „normal“ bezeichnet werden, denn sie haben sicher abnormale Verhältnisse zur Voraussetzung. Ebenso wären die durch diese Radien bedungenen Radstände mit 2 und 3 m etwas zu gross zu nennen, da das Verhältnis von Radstand zu Bogenhalbmesser mit 1:5 gewöhnlich als äusserste Grenze angesehen werden kann, die nur in seltenen und vereinzelten Fällen überschritten wird.

Die Behauptung, dass die Abdichtung der Zahnräder gegen Eindringen des Schmutzwassers ein schwieriges Problem bilde, soll zugegeben werden, es muss aber auch gleichzeitig betont werden, dass dieses Problem seine einwandfreie Lösung bereits gefunden hat. Das Eindringen von Schmutzwasser in den Zahnradschutzkasten kann daher ohne weiteres als Seltenheit bezeichnet werden.

Die Verstärkung von Geleise und Achsen ist in erster Linie wohl nicht erfolgt, um den Stößen, die sich von den Schienen ungefedert auf den Motor fort pflanzen, genügend Widerstand entgegenzusetzen, sondern ist ein Zeichen der Entwicklung und muss vielmehr als eine Funktion des immer mehr ansteigenden Raddrückes angesehen werden. Sofern aber der Schienenstoss als Ursache für die genannten notwendigen Verstärkungen angesehen wird, darf nicht unerwähnt bleiben, dass dieser Schienenstoss eigentlich aufgehört hat zu bestehen, seitdem man durchwegs zur Schienenschweissung übergeht. In verhältnismässig kurzer Zeit wird die Zahl der geschraubten Schienenstösse auf  $\frac{1}{10}$  und darunter herabgesunken sein. Hiermit soll aber keineswegs bestritten sein, dass eine Aufhängungsart, die das ganze Gewicht des Motors gegenüber der Achse abfедert, die Lebensdauer von Geleise und Fahrzeug günstig beeinflusst.

Schliesslich soll noch erwähnt werden, dass der Unterhalt, den die Achsgabel-Führungen bedingen, wohl nicht allein deshalb so umfangreich ist, weil diese dem Staub und Schmutz besonders stark ausgesetzt sind, sondern dass dies zum grössten Teil durch die bedeutenden Kräfte verursacht wird, die hier notwendigerweise durchgehen müssen und die in dem Querspiel der Achse, sowie zum grossen Teil im Unterschied der beiden Räder des selben Räderpaars ihre Begründung finden.

Wenden wir uns nach diesen kleinen Feststellungen nunmehr der neuen Konstruktion selbst zu, so fällt uns sofort als eine bezeichnende Eigenart auf, dass die beiden Räder eines Räderpaars eine vollständige Trennung voneinander erfahren haben. Die Verbindung der beiden selbständigen gemachten Räder erfolgt durch ein gegossenes Gehäuse, dem auf diese Weise die wichtige Rolle eines tragenden Teiles übertragen ist.

Die Erfahrungen eines Jahrhunderts auf dem Gebiete der Eisenbahnachse haben dazu geführt, dass man diesem Teil der Fahrzeuge eine besonders respektvolle Behandlung zuteil werden lässt, die darin gipfelt, dass man sich nicht mit ihrer Bemessung allein zufrieden gibt, sondern auch die Eigenschaften des Materials einer geradezu ängstlichen Beurteilung unterzieht und sie darüber hinaus noch periodischen Untersuchungen unterwirft. Wenn wir uns der Ermüdungs-Erscheinungen dieser Achsen erinnern, so können wir sagen, dass die selbe Behandlung auch bei den Fahrzeugen der „Städtebahnen“ nur gerechtfertigt sei.

Die Rolle dieser Achsen nun soll ein gegossener Konstruktions teil übernehmen und damit den marternden Beanspruchungen ausgesetzt werden, wie dies bei diesen Achsen der Fall ist, also der geschmiedeten und oft auch noch vergüteten Achse aus Qualitätsmaterial bester Herstellung, gleichgestellt werden.

Noch wesentlicher erscheint uns aber der Umstand, dass der Verschleiss an den vertikalen Flächen zwischen dem Rad und dem Gehäuse ein Spiel der Räder in der Richtung der Achsen zur Folge haben muss, das sich früher oder später einstellen wird und wodurch die gegenseitige Lage dieser beiden Räder keine unverrückbar feste

und starre mehr ist, somit also das Spurmass, diese Säule des Betriebes mit auf Schienen rollenden Fahrzeugen, in Frage gestellt und damit auf einen grossen Teil der notwendigen Sicherheit des Betriebes verzichtet wird.

Welches ist nun aber die Errungenschaft, der ein solches Opfer dargebracht wurde?

Die beiden voneinander getrennten Räder sind durch den gemeinsamen Antrieb wieder miteinander verbunden, und die gegenseitige Bewegbarkeit ist dadurch erreicht, dass zwischen den Zahnkranz der grossen Zahnräder des Getriebes und seine mit dem zugehörigen Rade fest verbundene Nabe eine Feder eingeschaltet ist, deren Zusammendrückbarkeit das Mass der gegenseitigen Verdrehung der beiden Räder ausmacht. Soweit aus den vorliegenden Zeichnungen entnommen werden kann, beträgt diese Zusammendrückbarkeit ungefähr 5 cm, was auf den Radumfang bezogen etwa 10 cm ausmacht. Da die Verdrehung nach beiden Richtungen erfolgen kann, liegen die beiden äussersten Punkte am Umfang des Rades, also 20 cm weit voneinander ab.

Nehmen wir einen Laufkreisdurchmesser von 820 mm an, so ist bei Vollspur die Wegdifferenz eines jeden vollen Bogens  $1500 \times 3,14 \times 2$ , also für einen Viertelbogen 2355 mm. Dem Wege des Aussenrades entsprechen bei 18 m Bogenradius, für einen Viertelbogen rund 6 Umdrehungen, sodass also bei jeder Umdrehung die Wegdifferenz von 2355 : 6 = 393 mm aufgezehrt werden müsste. Nachdem aber nur 200 mm verfügbar sind, so heisst das, dass die Verdrehbarkeit der beiden Räder gegeneinander, für den Fall, dass diese im Moment des Einfahrens in den Geleisebogen gegeneinander in negativem Sinne vollständig angespannt wären, rund nach einer halben Umdrehung bereits aufgezehrt sein würde und die beiden Räder daher für den Rest des Weges durch diesen Bogen gegeneinander vollkommen fest gestellt wären, geradeso, als ob die gegenseitige Beweglichkeit überhaupt nicht da wäre.

Diese akademische Erörterung, bei der angenommen ist, dass das Aussenrad sich rein rollend abwälzt, während das Innenrad das notwendige Gleiten allein vollführt — was nicht immer zutreffen wird — zeigt also, dass die Federung, die so bemessen ist, dass kurze Kurventeile durchfahren werden können, ohne dass ein Gleiten der Räder auf den Schienen notwendig ist, wirklich nur einen sehr kurzen Kurventeil in der geschilderten Weise zu durchfahren gestattet. Und wegen dieses geringen Erfolges ist die Einheit der Achse, des Räderpaars, ja, ist das Spurmass aufgegeben worden, bezw. in Frage gestellt. Fürwahr, ein recht bescheidenes Ergebnis.

Dieses so gekennzeichnete Räderpaar wird nun von dahinter oder davor laufenden Führungsräder so geführt, dass es im Geleisebogen, entgegen seinem natürlichen Bestreben, infolge der zu überwindenden Wegdifferenz zwischen dem Aussen- und dem Innenrade, sich in die Richtung gegen Geleisebogen-Mittelpunkt zu einstellen soll. Die festen Abmessungen, die vorliegen, bedingen es, dass diese Einstellung für einen bestimmten Radius auch wirklich eintreten wird, und dass die zweifellose Verbesserung der Anlaufverhältnisse, die durch die beiden Führungen erzielt ist, bloss die eine Voraussetzung erheischt, dass diese Führungsräder genügend belastet seien, um im Zustande ihrer Tätigkeit, also unter dem Drucke der Wirkung der Wegdifferenz, im gegebenen Augenblick nicht die Rille zu verlassen, wozu sie unbedingt sehr grosse Neigung haben werden.

Auf diese Weise geht uns aber ein Teil des Wagengewichtes für die Adhäsion des Wagens verloren und es zeigt sich, dass eines der Hauptübel des Drehgestellwagens bei dieser neuen Konstruktion nicht beseitigt ist. Dagegen ist die gute Bogenläufigkeit des Drehgestellwagens nur für die beiden Triebwagenachsen erreicht und nicht für die beiden Führungsachsen, deren fester Radstand weit über das Mass hinausgehen kann, das man hierfür bei Drehgestellen anwendet.

Inwieweit die erreichte Herabminderung des Motorgewichtes den Nachteil aufwiegt, der in der Verdreifachung der Zahl der Zahnräder besteht, sei dahingestellt, weil hierzu wohl auch ein gut Teil Betriebserfahrung erforderlich ist, die erst gesammelt werden müsste.

Schliesslich soll noch erwähnt werden, dass die vorliegenden, leider etwas kleinen Zeichnungen vermuten lassen, dass die Verbindung des Wagenkastens mit dem Untergestell bloss durch die beiden drehbaren Federsysteme erfolge, was für die Stabilität des ganzen Fahrzeuges, besonders infolge der Brems- und Anfahrtswirkung, auf die Dauer kaum genügen dürfte.

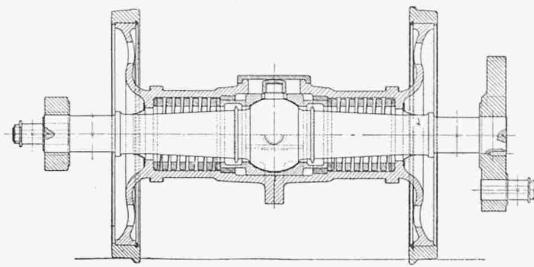


Abb. 1. Hohltriebachse (nach Klien-Lindner) der Ae<sup>4/4</sup> Simplon-Lokomotive.

Zugegeben, dass im mechanischen Aufbau der Strassenbahn-Triebwagen seit der Einführung der elektrischen Zugkraft keine nennenswerten Fortschritte zu verzeichnen sind und es daher nicht warm genug begrüßt werden kann, wenn auf diesem Gebiete neue Ideen zutage gefördert und erprobt werden; doch kann über die Erscheinungen der letzten Jahre schon jetzt gesagt werden, dass die Uebertragung der für das Automobil geschaffenen Konstruktionen nicht so ohne weiteres auf den Strassenbahnwagen erfolgen kann. Ob sich der neue Antrieb, dessen zweifellosen Vorteilen heute leider noch einige Nachteile gegenüber stehen, für gut und brauchbar erweisen wird, wird die allernächste Zeit lehren, da gerade auf diesem Gebiet derzeit mehrfache Versuche in vollem Gange sind.

Wien, den 2. August 1926.

Franz Hartmann, Ingenieur  
Oberinspektor der städtischen Strassenbahnen, Wien.

\*

Die Einwendungen von Ing. Franz Hartmann sind insofern zu begrüssen, als sie Gelegenheit bieten, auf die Eigenart des neuen Untergestelles näher einzutreten. Es ist ihnen aber auch zu entnehmen, dass der mechanische Aufbau des Strassenbahnwagens wesentliche Mängel aufweist, und dass es daher sehr willkommen sein muss, wenn auf diesem Gebiete neue Ideen zutage gefördert werden. Die Schweizer Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hat diese Mängel ebenfalls erkannt, und gestützt darauf ein Untergestell, eigens als Versuchsausführung, in Vorschlag gebracht. Sie ging dabei selbstverständlich von der Voraussetzung aus, auf Grund der Versuche die Entwicklung der in dem Untergestell vorgeschlagenen grundlegenden Ideen weiter auszubauen.

Zu den einleitenden Bemerkungen von Ing. Hartmann sei kurz folgendes bemerkt:

Es ist richtig, dass Kurvenradien von 10 bis 12 m nicht das Normale sind; sie kommen aber tatsächlich vor, und die Wagenstellere sind daher auch für das Durchfahren dieser Radien zu bauen. Im übrigen hat die Grösse des Kurvenradius auf die Konstruktions-Grundsätze des Kardan-Ungestelles keinen Einfluss. Es soll auch zugegeben werden, dass bei sorgfältigem Unterhalt die Zahnradschutzkasten des Trammotors gegen Schmutzwasser abgedichtet werden können, aber es ist in Betracht zu ziehen, dass die Zahnradschutzkasten bei jedem Ausbau des Motors ebenfalls entfernt werden muss, und dass die Verschalung infolge der ziemlich umfangreichen Abdichtungsfläche einen besonders vorsichtigen Zusammenbau verlangt. Diese Mängel beseitigt die einfache Rohrkonstruktion vom Triebrad des neuen Untergestelles.

Es ist auch uns bekannt, dass die Schienenstoss-Verbindungen der meisten Strassenbahnen geschweisst werden. Da aber das Untergestell nicht nur für Städtebahnen Verwendung finden soll, sondern auch für jede andere kurvenreiche Bahn, so ist doch im allgemeinen mit der schädlichen Einwirkung der Schienenstöße zu rechnen. Auf alle Fälle sind die Stöße, die von den Weichen und Kreuzungen herrühren, bei Strassenbahnen in vermehrtem Masse vorhanden; auch schroffe Seitenablenkungen der führenden Triebachse können trotz der geschweißten Schienenverbindungen nicht vermieden werden. Das gibt Herr Hartmann auch ohne weiteres zu, indem er von den „marternden Beanspruchungen der Achsen“ spricht.

Die Kritik Hartmanns wendet sich hauptsächlich gegen zwei Punkte der Ausführung des neuen Untergestelles. Es betrifft dies: 1. Die gegossene Hohlachse für die Triebräder und 2. die Zweiteiligkeit der Triebachse selbst.

Seine Bedenken, gegossene Konstruktionsteile für Bahnfahrzeuge, insbesondere für unabgedefierte Achsen zu verwenden, sind vollständig unbegründet. Grauguss scheidet natürlich aus. Vor einem

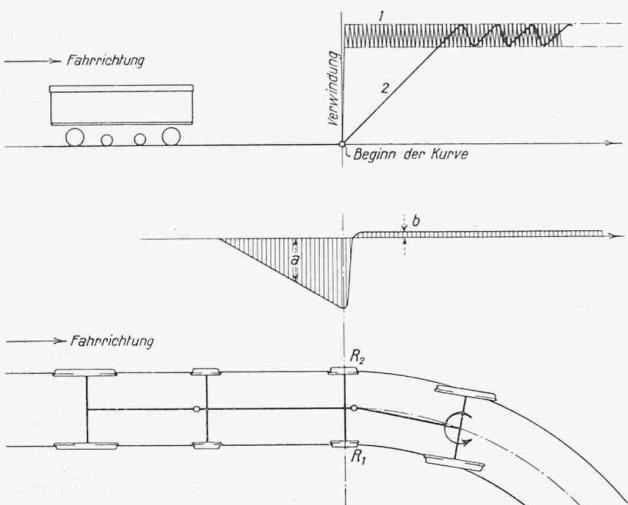


Abb. 2. Verhalten des Kardan-Untergestells in einer Kurveneinfahrt und in der Kurve.

Oben: Schwingungscharakter der Triebachse: 1 Verwindung der Achse des Normalwagens; 2 Verwindung der geteilten Achse des Kardanwagens.  
Unten: a Spurkranzdruck auf Rad  $R_1$  während der Kurveneinfahrt,  
b Spurkranzdruck auf Rad  $R_2$  in der Kurve.

Jahrhundert war der Stahlguss allerdings noch nicht bekannt; heute ist man aber in der Lage, Nickel- und Chromnickelstahl zu gießen und durch Vergütung die Qualität des Materials ebenbürtig mit dem geschmiedeten Material herzustellen; die weitgehende Verwendung des Qualitätsstahlgusses beschränkt sich aber lediglich auf Stücke, die in Guss billiger herzustellen sind, wie z. B. die bei dem neuen Untergestell verwendeten Hohlachsen, die gießereitechnisch infolge der gleichmässigen Wandstärken ein einfaches Gusselement darstellen.

Die A.-G. Eisen- und Stahlwerke, vormals G. Fischer, in Schaffhausen gibt nachfolgende garantierte Qualitätszahlen ihres Stahlgusses an:

#### Geglühter Stahlguss.

Festigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze kg	Dehnung %	Schlagfestigkeit mkg/mm <sup>2</sup>
40 bis 50	20 bis 25	22 bis 18	20 bis 12
50 bis 60	25 bis 30	18 bis 12	12 bis 7
60 bis 70	40 bis 50	12 bis 8	7 bis 4

#### Vergüteter Stahlguss.

(40 bis 50)	(25 bis 35)	(25 bis 20)	(22 bis 17)
40 bis 50	26 bis 33	25 bis 21	25 bis 18
(50 bis 60)	(30 bis 40)	(20 bis 16)	(17 bis 12)
50 bis 60	33 bis 39	21 bis 16	18 bis 12
60 bis 70	39 bis 45	16 bis 12	12 bis 8

#### Weicher legierter Nickelstahl mit 1% Nickel (geglüht vergütet)

40	25	33	18
46	33	32	20

Die beim vergüteten Stahlguss angegebenen Klammerwerte sind Qualitätszahlen des im Lokomotiv- und Wagenbau fast allgemein verwendeten S. M.-Stahles.

Die Hohlachse des neuen Untergestelles ergibt eine statische Beanspruchung von nur  $62 \text{ kg/cm}^2$ , also fast zehn mal weniger als normalerweise gerechnet werden darf. Man muss wohl überängstlich sein, um unter den gegebenen Umständen Bedenken gegen die Verwendung einer in Stahl gegossenen Triebhohlachse zu haben. Wenn ich im weiteren noch auf ein Konstruktionselement in Stahlguss hinweise, das seit 1905 im Betriebe ist und unter weit ungünstigeren Verhältnissen arbeitet als unsere Hohlachse, so dürfte auch Ing. Hartmann von der Verwendbarkeit des Stahlgusses in der angezogenen Form sicherlich überzeugt sein.

Die Abbildung 1 stellt die Hohltriebachse der Simplonlokomotive dar. Es sind deren vier seit nahezu 20 Jahren im Betrieb. Das Material dieser Achsen hat, trotzdem bei jeder Radumdrehung die Beanspruchung von einem positiven zu einem negativen Maximalwert sich ändert und Torsionskräfte zu übertragen sind, und die Achse allen Schienenstößen, die bei einer Geschwindigkeit von 75 km/h auftreten, direkt ausgesetzt ist, nicht die geringsten Störungen oder Ermüdungserscheinungen gezeigt.

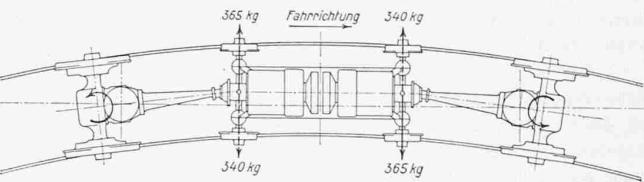


Abb. 3. Spurkranzdruck in der Kurve beim Kardanwagen.

Ing. Hartmann untersucht im weiteren die Abwicklung der beiden auf einer Hohlachse sitzenden Triebräder während des Kurvenlaufs, wie sie sich aus der gegenseitigen Federung ergibt, und schliesst die Untersuchung mit dem Ausspruch, dass der Erfolg der Zweiteiligkeit ein recht „bescheidenes Ergebnis“ zeitige. Die Voraussetzungen, die der Kritik zugrunde liegen, mussten dieses Resultat ergeben. Hartmann verkennt aber die eigentliche Zweckbestimmung der Zweiteiligkeit und übersieht auch, dass der Kurvenlauf bei vollgespannten Federn ein vollständig verschiedener von der einteiligen Achse ist, wie im nachfolgenden erklärt werden soll.

Es ist bekannt, dass das beim Durchfahren einer engen Kurve entstehende *Pfeifen der Räder* Reibungsschwingungen sind, die einerseits durch den Spurkranzdruck im Verein mit dem Anlaufwinkel an die Laufschiene und andererseits durch die ungleiche Abwicklung der beiden Räder beim Kurvenlauf erzeugt werden. Auch die *Riffelbildung* an den Schienen wird auf die Reibungsschwingungen zurückgeführt. (Siehe „Stahl und Eisen“ 1921: Riffelbildung, von A. Wichert.) Im fernern soll die Zweiteiligkeit der Achse eine weichere, *sanftere Einfahrt in die Kurve* ermöglichen.

Diese drei Erscheinungen, die als Hauptmängel der zweiachsigen Wagen zu bezeichnen sind, werden durch die neue Untergestell-Bauart behoben.

Die beiden Triebräder bilden mit ihrer Achse ein Schwingungs-System, mit einer bestimmten Eigenschwingungszahl, die bei der normalen Bauart die hohen unangenehm pfeifenden Töne erzeugen. Die Tonhöhe ist durch den Federcharakter der Achse, die Erregung der Schwingung durch den ständigen Uebergang der Reibung, der Ruhe oder des Rollens in den Zustand des Gleitens bestimmt, wie er beim Kurvenfahren durch den Spurkranzdruck und der ungleichen Abwicklung der beiden Räder einer Achse hervorgerufen wird. Die Einwirkung des Spurkranzdruckes kann durch die annähernde Radialeinstellung paralysiert werden, weil dadurch die Reibungsarbeit des Spurkranzdruckes und damit die Abnutzung an Schiene und Rad praktisch verschwindet. Der Federcharakter kann durch Verstärkung oder Verschwächung der Achse so verändert werden, dass die Tonhöhe in eine Phase verlegt wird, wo das Ohr die Töne nicht mehr störend empfindet.

Die Schweizer. Lokomotiv- und Maschinenfabrik wählte die Unterteilung der Achse in zwei Hälften, die über Federn verbunden und so bemessen sind, dass die Eigenschwingungszahl des neuen Systems auf ungefähr den 20. Teil herabgesetzt wird. Damit kann auch der Riffelbildung, sofern sie auf Reibungsschwingungen zurückzuführen ist, am besten gewehrt werden.

Man wird entgegnen, dass der erwähnte Zweck noch besser durch den Einbau eines Differentialgetriebes zu erreichen wäre. Das ist zugegeben. Aber damit geht die Achsanordnung einer ausserordentlich vorteilhaften Eigenschaft verlustig, die darin besteht, dass das beim Kurvenlauf entstehende Drehmoment (b in Abbildung 2) eine wesentliche Entlastung des Spurkranzdruckes der Lenkgestellachse, also des Rades  $R_2$  erzeugt. Wie aus Abbildung 3 zu ersehen ist, heben sich die auf die Laufräder wirkenden Kräfte bei unserem Drehgestell praktisch auf, sodass beim Kurvenfahren Spurkranzdrücke auf die Rollen des Lenkgestelles überhaupt nicht vorhanden sind. Damit dürfte auch die von Ing. Hartmann befürchtete Entgleisungsgefahr des Lenkgestelles in Tat und Wahrheit nicht bestehen und der Vergrösserung seines Radstandes über die normalen Verhältnisse hinaus nichts im Wege stehen, umsoweniger, als die beiden Rollen einer Achse unabhängig voneinander auf einer feststehenden Welle drehend aufgesetzt sind.

Die *Kurveneinfahrt* einer einteiligen Achse eines zweiachsigen Tramwagengestelles bildet den rohesten Teil der ganzen Kurvenfahrt. Infolge des Fehlens von Kurvenübergängen entsteht eine fast *plötzliche* Verwindung der einteiligen Achse und diese erzeugt Reibungsschwingungen (1 in Abbildung 2) im Gegensatz zu dem allmählichen

Anspannen der Feder der geteilten Achse (2 in Abbildung 2). Diese Eigenschaften sind es, die Veranlassung zur Unterteilung der Achse geben und die ihren Zweck voll erfüllt haben.

Am 28. Juli 1926 sind in Zürich Vergleichsfahrten zwischen einem Wagen normaler Bauart mit einem festen Radstand von 2,3 m und dem mit dem neuen Untergestell ausgerüsteten Dienstwagen ausgeführt worden. Abgesehen von der schlingerfreien und sozusagen geräuschlosen Fahrt des neuen Untergestelles in der Geraden, war ein ganz auffallender Unterschied im Ein- und Durchlaufen der Kurven (15 m) bemerkbar. Das Pfeifen und das bekannte Würgen beim Kurvenlauf ist behoben, mehr kann man nicht verlangen. Die Kurve kann daher mit grösserer Geschwindigkeit befahren werden und die Schienenabnutzung wird auf ein Minimum beschränkt werden können.

Nun bemängelt Hartmann die Unterteilung der Achsen noch insofern, als die gegenseitige Lage der beiden Räder keine feste und starre mehr und also das Spurmass in Frage gestellt ist, insbesondere wenn durch Abnutzung an den Anlaufflächen Spiel entstehen sollte. Die Abbildungen des Aufsatzes in der „S. B. Z.“ lassen erkennen, dass die Abstützung der Hohlachse in vertikaler und horizontaler Richtung durch Walzenlager vorgesehen ist. Die Spurmass-Sicherung übernimmt ein grosses sphärisches SKF-Lager, das entsprechend der Wichtigkeit seiner Funktion weit überdimensioniert ist, sodass von einer Abnutzung nicht die Rede sein kann. Ein Walzenlager darf sich überhaupt nicht abnutzen, ansonst es unbrauchbar wird. Die Spurkranzdrücke wirken im übrigen stets im Sinne einer Verminderung des Spurmasses; gegen diese Einwirkung kann aber durch gegenseitiges Anlegen der beiden Achshälften jederzeit Vorsorge getragen werden.

Ich möchte aber auch hier, um die Aengstlichkeit von Ing. Hartmann zu beheben, neuerdings auf ein Beispiel hinweisen, auf einen Drehschemel mit acht Laufrädern für den Transport von Normalbahnwagen auf Schmalspurgleisen, der ebenfalls seit Jahren mit bestem Erfolg in Betrieb steht, und dessen Spurmass lediglich durch die Kugellager der Laufräder gesichert ist, also genau so, wie in unserem Falle. Der maximal zulässige Raddruck beträgt 5000 bis 6000 kg, doppelt so viel, wie bei unserem Untergestell, und die maximale Fahrgeschwindigkeit geht bis auf 45 km/h. Trotzdem eine grosse Anzahl solcher Gestelle seit Jahren im Dienste stehen, sind Spurmassveränderungen nicht bekannt.

Wenn Herr Hartmann gegen die grössere Anzahl der Uebertragungs-Zahnräder Bedenken äussert, so möchten wir ihm entgegnen, dass richtig bemessene, in Oel laufende, beidseitig gelagerte, vor Schmutz gut geschützte Zahnräder, eine unbegrenzte Lebensdauer aufweisen; in dieser Beziehung besitzt die Lokomotivfabrik Winterthur aus dem Bau von elektrischen Fahrzeugen jahrelange Erfahrung.

Was die Verbindung des Wagenkastens mit dem Untergestell anbetrifft, so wird diese tatsächlich durch die vier Tragfedern allein bewirkt, die über acht schräggestellte Laschen direkt an den Kasten angelenkt sind; der letzte kann also in der Längsrichtung schwingen. Gerade diese Eigenschaft halten wir für das Anfahren und Bremsen für recht wertvoll, indem durch diese besondere Aufhangungsart alle Längskräfte, die durch die Zug- und Stossapparate gehen, abgeschwächt auf die Tragfedern bzw. auf das Untergestell gelangen. Der Mitfahrende hat auch den deutlichen Eindruck des weichen, milden Anfahrens und Abbremsens des Wagens. Wenn an der Federanordnung etwas auszusetzen wäre, so könnte höchstens eine Lockerung der Federblätter im Bund befürchtet werden. Aber gegen eine allfällige Verschiebung der Blätter ist durch eine neue Befestigungsart Vorfahr getroffen, indem die Federblätter mit dem Bund elektrisch verschweisst sind (Abb. 4). Die Art der Befestigung ist versuchsweise an elektrischen Lokomotiven durchgeführt. Sie hat ergeben, dass zum Auspressen der Feder aus ihrem Bund 80 t nötig sind. Die Verbindungsart zwischen Untergestell und Wagenkasten ist im Prinzip dem Lastwagenbau entnommen und den Verhältnissen des Schienenwagens angepasst worden.

Wenn Ing. Hartmann erwähnt, dass die Uebertragung der für das Automobil geschaffenen Konstruktionen nicht ohne weiteres auf

den Strassenbahnwagen erfolgen kann, so sollte er einer sowohl im Lokomotiv- als auch im Lastwagenbau bewanderten Firma doch zutrauen, dass sie in der Lage ist, die Automobil-Konstruktionen für den Schienenwagen passend umzugestalten. Im Artikel ist auch deutlich hervorgehoben, dass es angezeigt erscheine, die im Automobilbau ausprobierten Konstruktionselemente *sinngemäß* auf den Strassenbahnwagen zu übertragen.

Das neue Untergestell ist nun seit vier Monaten in den Wagenpark der städtischen Strassenbahn Zürich eingereiht. Die neue Bauart hat die Erwartungen voll erfüllt; wenn auch in der Konstruktionsausbildung einzelner Teile noch kleine Änderungen und besondere Vereinfachungen erwünscht sind, so werden sie auf die grundlegenden Ideen ohne Einfluss sein.

Selbstverständlich bauen wir auf weitere Betriebserfahrungen auf; die Hauptabklärung ist aber als erfolgt zu betrachten.

Winterthur, den 7. September 1926.

J. Buchli.

### Zur Frage der Rentabilität der Kanalschiffahrt.

In der englischen Zeitschrift „Modern Transport“ (vom 17. Juli 1926) lässt E. T. Good an die Befürworter eines grosszügig ausgebauten Kanalnetzes im Innern des Landes einen Warnruf ergehen, der auch für manche schweizerische Vorkämpfer einer Binnenschiffahrt innerhalb unserer Landesgrenzen beherzigenswert sein dürfte.

So führt Good aus, dass auf den insgesamt 4000 Meilen langen englischen Wasserstrassen das mittlere Gefälle 10,8 Fuss pro Meile (2,05 %) beträgt, während das deutsche Binnenschiffahrtsnetz auf seinen 7000 Meilen einen mittlern Höhenunterschied von 1,49 Fuss pro Meile (0,28 %) aufweist. In Belgien und Holland sind noch geringere Gefälle zu verzeichnen. Im übrigen wird angeführt, dass in England nur für den durchgehenden Verkehr mit 100 t-Kähnen  $\frac{1}{10}$  des Wasserstrassennetzes praktisch aus künstlichen Kanälen bestehen müssten, indem sich dort die Flüsse nur zum geringsten Teil für die Schiffahrt ohne weiteres eignen. Auch spricht der stark hügelige Charakter des Landes gegen den Ausbau des Binnenschiffahrtsnetzes, indem eine allzu grosse Zahl von Schleusen notwendig würde. Ferner wird die Konkurrenzierung der Eisenbahnen, deren Leistungsfähigkeit ausreicht, und die auch eine grössere Beweglichkeit in den Massengütertransporten zulassen, vom nationalökonomischen Standpunkt aus verurteilt. Im Zusammenhang hiermit wird auf Frankreich hingewiesen, wo das unter günstigen Verhältnissen sehr stark ausgebauten, sogar staatlich subventionierte Kanalnetz, trotz der aus Konkurrenz-Gründen durch Verordnungen hoch gehaltenen Eisenbahn tarife, weniger Kohle transportiert als die Eisenbahnen. Der Gedanke des Ausbaues der Kanalisierung wird für England als eine Illusion bezeichnet.

Diese Auffassung ist bemerkenswert für ein Land wie England, das die Schiffahrt zur höchsten Entwicklung gebracht hat, aber eben nur in der Form der Zufuhr bis zu den Landesgrenzen, d. h. zur Küste, während die Güter-Verteilung und -Sammlung im Innern in erster Linie durch mechanische Transportmittel, insbesondere die Eisenbahnen zu bewältigen ist.

Aehnliche Ueberlegungen treffen für unsere schweizerischen Verhältnisse zu. Wenn auch für die in Frage kommenden Gebiete die grossen Flüsse und Seen in mancher Hinsicht an sich günstigere Verhältnisse ergeben mögen als in England, so sind dafür die durch den bergigen Charakter unseres Landes gegebenen Schwierigkeiten noch grösser. Die Schiffahrt soll — und gerade hierin ist ein Vergleich mit der Seeschiffahrt Englands bis zu einem gewissen Grade möglich — einer freien nationalen Zufuhr der Welthandelsgüter bis an die Landesgrenzen dienen. Vor allem ist der Rhein für die Erfüllung dieser Aufgabe berufen, und die Entwicklung der letzten Jahre in dieser Richtung hat dies erwiesen. Mögen daher unsere Schiffahrtsfreunde in erster Linie ihre Bestrebungen auf Ausgestaltung dieser Zubringer-Transportwege bis zur Landesgrenze lenken, und ihre Kräfte nicht in aussichtslosen Werbungen für ein ausgedehntes Wasserstrassennetz im Landesinnern zersplittern, zumal in diesem Gebiete mechanische Transportmittel — zunächst die Eisenbahnen, neuerdings auch das Automobil — nicht nur eine ausgedehnte Leistungsfähigkeit schon aufweisen, sondern noch weiterhin in hohem Masse und mit verhältnismässig geringen Mitteln, ausbaufähig sind.

Rüegger.

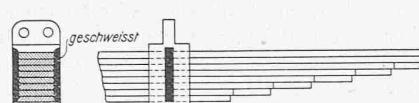


Abb. 4. Verbindung von Feder und Bund beim Kardanwagen.